

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年10月21日
Date of Application:

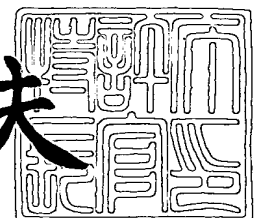
出願番号 特願2002-306270
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-306270]

出願人 株式会社アドバンテスト
Applicant(s):

2003年 7月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3060799

【書類名】 特許願

【整理番号】 10433

【提出日】 平成14年10月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明の名称】 電子ビーム露光装置及び偏向量補正方法

【請求項の数】 9

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都練馬区旭町1丁目32番1号 株式会社アドバンテスト内

 【氏名】 橋本 伸一

【特許出願人】

 【識別番号】 390005175

 【氏名又は名称】 株式会社アドバンテスト

【代理人】

 【識別番号】 100104156

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 龍華 明裕

 【電話番号】 (03)5366-7377

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 053394

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9809504

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子ビーム露光装置及び偏向量補正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子ビームによりウェハにパターンを露光する電子ビーム露光装置であって、

前記電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、

前記電子ビームを前記ウェハの所望の位置に照射させるべく、前記電子ビームを偏向する偏向部と、

前記ウェハが載置されるウェハステージと、

第 1 の時刻、及び前記第 1 の時刻より後の第 2 の時刻における前記ウェハステージの位置を測定するステージ位置測定部と、

前記ステージ位置測定部が測定した前記第 1 の時刻及び前記第 2 の時刻における前記ウェハステージの位置に基づいて、前記ウェハステージの移動速度を算出するステージ速度算出部と、

前記ステージ速度算出部が測定した前記ウェハステージの前記移動速度に基づいて、露光時刻における前記ウェハステージの位置を算出し、前記露光時刻における前記偏向部による前記電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正部とを備えることを特徴とする電子ビーム露光装置。

【請求項 2】 前記ステージ速度算出部は、

前記第 1 の時刻における前記ウェハステージの位置を格納する第 1 ステージ位置格納部と、

前記第 2 の時刻における前記ウェハステージの位置を格納する第 2 ステージ位置格納部と、

前記第 1 ステージ位置格納部が格納する前記第 1 の時刻における前記ウェハステージの位置、及び前記第 2 ステージ位置格納部が格納する前記第 2 の時刻における前記ウェハステージの位置に基づいて、前記ウェハステージの前記移動速度を算出する傾き算出部とを有し、

前記偏向量補正部は、

前記第2ステージ位置格納部が格納する前記第2の時刻における前記ウェハステージの位置に基づいて、前記偏向部に供給する第1偏向データを生成する第1偏向データ生成部と、

前記傾き算出部が算出した前記ウェハステージの前記移動速度に基づいて、前記第2の時刻と前記露光時刻との間の前記ウェハステージの移動量に対応する偏向量を示す第2偏向データを生成する第2偏向データ生成部とを有し、前記第1偏向データ及び前記第2偏向データを前記偏向部に供給することを特徴とする請求項1に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項3】 前記偏向量補正部は、前記第1偏向データと前記第2偏向データとを加算して前記偏向部に供給する加算部をさらに有することを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項4】 前記偏向部は、前記第1偏向データに基づいて前記電子ビームを偏向する第1偏向器と、前記第2偏向データに基づいて前記電子ビームを偏向する第2偏向器とを有し、

前記偏向量補正部は、前記第1偏向データを前記第1偏向器に供給し、前記第2偏向データを前記第2偏向器に供給することを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項5】 前記第2偏向データ生成部は、前記傾き算出部が算出した前記ウェハステージの前記移動速度に基づく、前記第1の時刻と前記第2の時刻との時間間隔より短い単位時間当りの移動量を、前記単位時間毎に累加することにより前記第2の時刻と前記露光時刻との間の前記ウェハステージの移動量を算出し、前記第2の時刻と前記露光時刻との間の前記ウェハステージの移動量に対応する偏向量を示す前記第2偏向データを生成することを特徴とする請求項2に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項6】 前記第2偏向データ生成部は、前記第1偏向データ生成部による前記第1偏向データの生成に同期して前記第2偏向データを初期化した後、前記単位時間当りの前記移動量を、前記単位時間毎に累加することにより前記第2の時刻と前記露光時刻との間の前記ウェハステージの前記移動量を算出するこ

とを特徴とする請求項 5 に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 7】 前記ステージ位置測定部は、所定の時間間隔で前記ウェハステージの位置を測定し、

前記第 1 ステージ位置格納部及び前記第 2 ステージ位置格納部は、前記ステージ位置測定部が前記ウェハステージの位置を測定する毎に、格納する前記ウェハステージの位置を更新し、

前記第 1 偏向データ生成部は、前記ウェハにおける露光位置を示す情報を含む露光データを取得し、前記露光データを取得したときに前記第 2 ステージ位置格納部が格納するウェハステージの位置に基づいて、前記第 1 偏向データを生成し、

前記傾き算出部は、前記第 1 偏向データ生成部が前記露光データを取得したときに前記第 1 ステージ位置格納部及び前記第 2 ステージ位置格納部が格納する前記ウェハステージの位置に基づいて、前記ウェハステージの前記移動速度を算出することを特徴とする請求項 2 に記載の電子ビーム露光装置。

【請求項 8】 電子ビームを対象物における所定の位置に照射させる電子ビーム照射装置であって、

前記電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、

前記電子ビームを前記対象物の所望の位置に照射させるべく、前記電子ビームを偏向する偏向部と、

前記対象物が載置されるステージと、

第 1 の時刻、及び前記第 1 の時刻より後の第 2 の時刻における前記ステージの位置を測定するステージ位置測定部と、

前記ステージ位置測定部が測定した前記第 1 の時刻及び前記第 2 の時刻における前記ステージの位置に基づいて、前記ステージの移動速度を算出するステージ速度算出部と、

前記ステージ速度算出部が測定した前記ステージの前記移動速度に基づいて、露光時刻における前記ステージの位置を算出し、前記露光時刻における前記偏向部による前記電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正部とを備えることを特徴とする電子ビーム照射装置。

【請求項 9】 電子ビームによりウェハにパターンを露光する電子ビーム露光装置において、前記ウェハを載置するウェハステージの位置に基づいて、偏向部による前記電子ビームの偏向量を補正する偏向量補正方法であって、

第 1 の時刻、及び前記第 1 の時刻より後の第 2 の時刻における前記ウェハステージの位置を測定するステージ位置測定段階と、

前記第 1 の時刻における前記ウェハステージの位置、及び前記第 2 の時刻における前記ウェハステージの位置に基づいて、前記ウェハステージの移動速度を算出するステージ位置算出段階と、

前記ウェハステージの移動速度に基づいて、露光時刻における前記ウェハステージの位置を算出し、前記露光時刻における前記偏向部による電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正段階と

を備えることを特徴とする偏向量補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子ビーム露光装置及び偏向量補正方法に関する。特に本発明は、ウェハステージの位置に基づいて電子ビームの偏向量を制御する電子ビーム露光装置及び偏向量補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の電子ビーム露光装置では、ウェハステージの移動し、停止させてから露光処理を行う方式を採っていた。しかしながら、この方式では、ウェハステージの停止／始動に時間が掛かり、露光時間が膨大になるという問題があった。そこで、近年の電子ビーム露光装置では、露光中にウェハステージの位置を周期的に測定して、測定結果に基づいて偏向器を制御し、ウェハステージを連続移動させながら露光を行う方式が採られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

【特許文献 1】

特開昭 62-277724 号公報

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

近年、半導体デバイスの微細化が急速に進んでおり、半導体デバイスのパターンを露光する露光装置の露光精度の向上が要求されている。また、半導体デバイスの量産化が進んでおり、露光装置のスループットの向上が要求され、ウェハステージの移動速度が上がる傾向にある。その結果、ウェハステージの移動速度の向上が露光精度の劣化を招くという問題が生じている。

【0005】

そこで本発明は、上記の課題を解決することのできる電子ビーム露光装置及び偏向量補正方法を提供することを目的とする。この目的は特許請求の範囲における独立項に記載の特徴の組み合わせにより達成される。また従属項は本発明の更なる有利な具体例を規定する。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

即ち、本発明の第1の形態によると、電子ビームによりウェハにパターンを露光する電子ビーム露光装置であって、電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、電子ビームをウェハの所望の位置に照射させるべく、電子ビームを偏向する偏向部と、ウェハが載置されるウェハステージと、第1の時刻、及び第1の時刻より後の第2の時刻におけるウェハステージの位置を測定するステージ位置測定部と、ステージ位置測定部が測定した第1の時刻及び第2の時刻におけるウェハステージの位置に基づいて、ウェハステージの移動速度を算出するステージ速度算出部と、ステージ速度算出部が測定したウェハステージの移動速度に基づいて、露光時刻におけるウェハステージの位置を算出し、露光時刻における偏向部による電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正部とを備える。

【0007】

ステージ速度算出部は、第1の時刻におけるウェハステージの位置を格納する第1ステージ位置格納部と、第2の時刻におけるウェハステージの位置を格納する第2ステージ位置格納部と、第1ステージ位置格納部が格納する第1の時刻におけるウェハステージの位置、及び第2ステージ位置格納部が格納する第2の時

刻におけるウェハステージの位置に基づいて、ウェハステージの移動速度を算出する傾き算出部とを有し、偏向量補正部は、第2ステージ位置格納部が格納する第2の時刻におけるウェハステージの位置に基づいて、偏向部に供給する第1偏向データを生成する第1偏向データ生成部と、傾き算出部が算出したウェハステージの移動速度に基づいて、第2の時刻と露光時刻との間のウェハステージの移動量に対応する偏向量を示す第2偏向データを生成する第2偏向データ生成部とを有し、第1偏向データ及び第2偏向データを偏向部に供給してもよい。

【0008】

偏向量補正部は、第1偏向データと第2偏向データとを加算して偏向部に供給する加算部をさらに有してもよい。偏向部は、第1偏向データに基づいて電子ビームを偏向する第1偏向器と、第2偏向データに基づいて電子ビームを偏向する第2偏向器とを有し、偏向量補正部は、第1偏向データを第1偏向器に供給し、第2偏向データを第2偏向器に供給してもよい。

【0009】

第2偏向データ生成部は、傾き算出部が算出したウェハステージの移動速度に基づき、第1の時刻と第2の時刻との時間間隔より短い単位時間当りの移動量を、単位時間毎に累加することにより第2の時刻と露光時刻との間のウェハステージの移動量を算出し、第2の時刻と露光時刻との間のウェハステージの移動量に対応する偏向量を示す第2偏向データを生成してもよい。

【0010】

第2偏向データ生成部は、第1偏向データ生成部による第1偏向データの生成に同期して第2偏向データを初期化した後、単位時間当りの移動量を、単位時間毎に累加することにより第2の時刻と露光時刻との間のウェハステージの移動量を算出してもよい。

【0011】

ステージ位置測定部は、所定の時間間隔でウェハステージの位置を測定し、第1ステージ位置格納部及び第2ステージ位置格納部は、ステージ位置測定部がウェハステージの位置を測定する毎に、格納するウェハステージの位置を更新し、第1偏向データ生成部は、ウェハにおける露光位置を示す情報を含む露光データ

を取得し、露光データを取得したときに第2ステージ位置格納部が格納するウェハステージの位置に基づいて、第1偏向データを生成し、傾き算出部は、第1偏向データ生成部が露光データを取得したときに第1ステージ位置格納部及び第2ステージ位置格納部が格納するウェハステージの位置に基づいて、ウェハステージの移動速度を算出してもよい。

【0012】

本発明の第2の形態によると、電子ビームを対象物における所定の位置に照射させる電子ビーム照射装置であって、電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、電子ビームを対象物の所望の位置に照射させるべく、電子ビームを偏向する偏向部と、対象物が載置されるステージと、第1の時刻、及び第1の時刻より後の第2の時刻におけるステージの位置を測定するステージ位置測定部と、ステージ位置測定部が測定した第1の時刻及び第2の時刻におけるステージの位置に基づいて、ステージの移動速度を算出するステージ速度算出部と、ステージ速度算出部が測定したステージの移動速度に基づいて、露光時刻におけるステージの位置を算出し、露光時刻における偏向部による電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正部とを備える。

【0013】

本発明の第3の形態によると、電子ビームによりウェハにパターンを露光する電子ビーム露光装置において、ウェハを載置するウェハステージの位置に基づいて、偏向部による電子ビームの偏向量を補正する偏向量補正方法であって、第1の時刻、及び第1の時刻より後の第2の時刻におけるウェハステージの位置を測定するステージ位置測定段階と、第1の時刻におけるウェハステージの位置、及び第2の時刻におけるウェハステージの位置に基づいて、ウェハステージの移動速度を算出するステージ位置算出段階と、ウェハステージの移動速度に基づいて、露光時刻におけるウェハステージの位置を算出し、露光時刻における偏向部による電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正段階とを備える。

【0014】

なお上記の発明の概要は、本発明の必要な特徴の全てを列挙したものではなく、これらの特徴群のサブコンビネーションも又発明となりうる。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

【0016】

図1は、本発明の一実施形態に係る電子ビーム露光装置100の構成の一例を示す。電子ビーム露光装置100は、電子ビームによりウェハ64に所定の露光処理を施すための露光部150と、露光部150の各構成の動作を制御する制御系140とを備える。

【0017】

露光部150は、鏡筒10内部に、所定の電子ビームを照射する電子ビーム照射系110と、電子ビーム照射系110から照射された電子ビームを偏向するとともに、電子ビームのマスク30近傍における結像位置を調整するマスク用投影系112と、電子ビームのマスク通過前後の結像条件を調整する焦点調整レンズ系114と、マスク30を通過した電子ビームをウェハステージ62に載置されたウェハ64の所定の領域に偏向するとともに、ウェハ64に転写されるパターンの像の向き及びサイズを調整するウェハ用投影系116を含む電子光学系とを備える。

【0018】

また、露光部150は、ウェハ64に露光すべきパターンをそれぞれ形成された複数の開口パターンを有するマスク30と、マスク30を載置するマスクステージ72と、マスクステージ72を駆動するマスクステージ駆動部68と、パターンを露光すべきウェハ64が載置されるウェハステージ62と、ウェハステージ62を駆動するウェハステージ駆動部70と、ウェハステージ62に設けられたミラー208にレーザ光を照射することにより、ウェハステージ62のステージ位置を測定するレーザ測長器206と、ウェハステージ62側から飛散する電子を検出して、飛散した電子量に相当する電気信号に変換する電子検出器60とを備える。なお、レーザ測長器206は、本発明のステージ位置測定部の一例で

ある。

【0019】

電子ビーム照射系 110 は、電子ビームを発生させる電子ビーム発生部の一例である電子銃 12 と、電子ビームの焦点位置を定める第 1 電子レンズ 14 と、電子ビームを通過させる矩形形状の開口（スリット）が形成されたスリット部 16 とを有する。なお、図 1 において、電子ビーム照射系 110 から照射された電子ビームが、電子光学系により偏向されない場合の電子ビームの光軸を、一点鎖線 A で示す。

【0020】

マスク用投影系 112 は、電子ビームを偏向するマスク用偏向系としての第 1 偏向器 18、第 2 偏向器 22、及び第 3 偏向器 26 と、電子ビームの焦点を調整するマスク用焦点系としての第 2 電子レンズ 20 と、第 1 ブランキング電極 24 とを有する。また、焦点調整レンズ系 114 は、第 3 電子レンズ 28 及び第 4 電子レンズ 32 を有する。

【0021】

第 1 偏向器 18 及び第 2 偏向器 22 は、電子ビームをマスク 30 上の所定の領域に照射する偏向を行う。マスク 30 の所定の形状の開口パターンを通過した電子ビームの像をパターン像と定義する。第 3 偏向器 26 は、第 1 偏向器 18 及び第 2 偏向器 22 を通過した電子ビームを光軸 A に略平行に偏向する。第 2 電子レンズ 20 は、スリット部 16 の開口の像を、マスクステージ 72 上に載置されるマスク 30 上に結像させる機能を有する。

【0022】

第 1 ブランキング電極 24 は、マスク 30 に形成された開口パターンに電子ビームが照射されないように電子ビームを偏向する。電子ビームが照射されるにつれてマスク 30 に形成されたパターンは劣化するので、第 1 ブランキング電極 24 は、パターンをウェハ 64 に転写するとき以外は電子ビームを偏向し、マスク 30 の劣化を防止する。第 3 電子レンズ 28 及び第 4 電子レンズ 32 は、マスク 30 通過前後の電子ビームの結像条件を調整する。

【0023】

ウェハ用投影系 116 は、第 5 電子レンズ 40、第 6 電子レンズ 46、第 7 電子レンズ 50、第 8 電子レンズ 52、第 4 偏向器 34、第 5 偏向器 38、第 6 偏向器 42、主偏向器 56、副偏向器 58、第 2 ブランキング電極 36、ラウンドアパーチャ部 48、スティグコイル 200、SEMコイル 202、及びフィードバックコイル 204 を有する。

【0024】

第 5 電子レンズ 40 は、マスク 30 の所定の開口パターンを通過した電子ビームのパターン像の回転量を調整する。第 6 電子レンズ 46 及び第 7 電子レンズ 50 は、マスク 30 に形成された開口パターンに対する、ウェハ 64 に転写されるパターン像の縮小率を調整する。第 8 電子レンズ 52 は、対物レンズとして機能する。第 4 偏向器 34 及び第 6 偏向器 42 は、電子ビームの進行方向に対するマスク 30 の下流において、電子ビームを光軸 A の方向に偏向する。第 5 偏向器 38 は、電子ビームを光軸 A に略平行になるように偏向する。

【0025】

スティグコイル 200 は、動的に電子ビームの非点収差を補正する。フィードバックコイル 204 は、ウェハ 64 の所望の位置に電子ビームを照射させるため、電子ビームを偏向する。主偏向器 56 及び副偏向器 58 は、電子ビームをウェハ 64 の所望の位置に照射させるべく、電子ビームを偏向する。本実施形態では、主偏向器 56 は、1 ショットの電子ビームで照射可能な領域（ショット領域）を複数含むサブフィールド間で電子ビームを偏向するために用いられ、副偏向器 58 は、サブフィールドにおけるショット領域間の偏向のために用いられる。

【0026】

ラウンドアパーチャ部 48 は、円形の開口（ラウンドアパーチャ）を有する。第 2 ブランキング電極 36 は、ラウンドアパーチャの外側に当たるように電子ビームを偏向することにより、ラウンドアパーチャ部 48 の下流に電子ビームが進行することを防ぐ。電子銃 12 は、露光処理期間において常に電子ビームを照射するので、第 2 ブランキング電極 36 は、ウェハ 64 に転写するパターンを変更するとき、又はパターンを露光するウェハ 64 の領域を変更するときに、ラウンドアパーチャ部 48 から下流に電子ビームが進行しないように電子ビームを偏向

する。

【0027】

制御系140は、統括制御部130及び個別制御部120を備える。個別制御部120は、偏向制御部82、マスクステージ制御部84、ブランキング電極制御部86、電子レンズ制御部88、反射電子処理部90、及びウェハステージ制御部92を有する。統括制御部130は、例えばワークステーションであって、個別制御部120に含まれる各制御部を統括的に制御する。

【0028】

偏向制御部82は、第1偏向器18、第2偏向器22、第3偏向器26、第4偏向器34、第5偏向器38、第6偏向器42、主偏向器56、副偏向器58、スティグコイル200、SEMコイル202、及びフィードバックコイル204の偏向量を制御する。また、偏向制御部82は、ウェハステージ62の移動速度に基づいて副偏向器58の偏向量を補正する。マスクステージ制御部84は、マスクステージ駆動部68を制御して、マスクステージ72を移動させる。

【0029】

ブランキング電極制御部86は、第1ブランキング電極24及び第2ブランキング電極36を制御する。電子レンズ制御部88は、第1電子レンズ14、第2電子レンズ20、第3電子レンズ28、第4電子レンズ32、第5電子レンズ40、第6電子レンズ46、第7電子レンズ50、及び第8電子レンズ52に供給する電力を制御する。反射電子処理部90は、電子検出部60により検出された電気信号に基づいて電子量を示すデジタルデータを生成して統括制御部130に供給する。ウェハステージ制御部92は、レーザ測長器206が測定するウェハステージ62の位置を取得し、ウェハステージ駆動部70によりウェハステージ62を所定の位置に移動させる。

【0030】

次に、電子ビーム露光装置100の動作について説明する。マスクステージ72上には、所定のパターンを形成された複数の開口パターンを有するマスク30が載置され、マスク30は、所定の位置に固定されている。ウェハステージ制御部92は、ウェハ64の露光されるべき領域が光軸A近傍に位置するように、ウ

ェハステージ駆動部 70 によりウェハステージ 62 を連続移動させる。また、電子銃 12 は、露光処理期間において常に電子ビームを照射するので、露光の開始前において、スリット部 16 の開口を通過した電子ビームがマスク 30 およびウェハ 64 に照射されないように、ブランキング電極制御部 86 が第 1 ブランキング電極 24 及び第 2 ブランキング電極 36 を制御する。

【0031】

マスク用投影系 112 において、電子レンズ 20 及び偏向器 (18、22、26) は、ウェハ 64 に転写するパターンが形成された開口パターンに電子ビームを照射できるように調整される。焦点調整レンズ系 114 において、電子レンズ (28、32) は、電子ビームのウェハ 64 に対する焦点が合うように調整される。また、ウェハ用投影系 116 において、電子レンズ (40、46、50、52、66)、偏向器 (34、38、42、56、58)、スティグコイル 200、及びフィードバックコイル 204 は、ウェハ 64 の所定の領域にパターン像を転写できるように調整される。

【0032】

マスク投影系 112、焦点調整レンズ系 114 及びウェハ用投影系 116 が調整された後、ブランキング電極制御部 86 が、第 1 ブランキング電極 24 及び第 2 ブランキング電極 36 による電子ビームの偏向を停止する。これにより、以下に示すように、電子ビームはマスク 30 を介してウェハ 64 に照射される。電子銃 12 が電子ビームを生成し、第 1 電子レンズ 14 が電子ビームの焦点位置を調整して、スリット部 16 に照射させる。そして、第 1 偏向器 18 及び第 2 偏向器 22 がスリット部 16 の開口を通過した電子ビームをマスク 30 の転写すべきパターンが形成された所定の領域に照射するように偏向する。スリット部 16 の開口を通過した電子ビームは、矩形の断面形状を有している。第 1 偏向器 18 及び第 2 偏向器 22 により偏向された電子ビームは、第 3 偏向器 26 により光軸 A と略平行になるように偏向される。また、電子ビームは、第 2 電子レンズ 20 により、マスク 30 上の所定の領域にスリット部 16 の開口の像が結像するように調整される。

【0033】

そして、マスク 30 に形成されたパターンを通過した電子ビームは、第 4 偏向器 34 及び第 6 偏向器 42 により光軸 A に近づく方向に偏向され、第 5 偏向器 38 により、光軸 A と略平行になるように偏向される。また、電子ビームは、第 3 電子レンズ 28 及び第 4 電子レンズ 32 により、マスク 30 に形成されたパターンの像がウェハ 64 の表面に焦点が合うように調整され、第 5 電子レンズ 40 によりパターン像の回転量が調整され、第 6 電子レンズ 46 及び第 7 電子レンズ 50 により、パターン像の縮小率が調整される。それから、電子ビームは、主偏向器 56 及び副偏向器 58 により、ウェハ 64 上の所定のショット領域に照射されるように偏向される。主偏向器 56 は、ショット領域を複数含むサブフィールド間で電子ビームを偏向し、副偏向器 58 は、サブフィールドにおけるショット領域間で電子ビームを偏向する。また、副偏向器 58 は、ウェハステージ 62 の移動速度に応じて電子ビームを偏向して所定のショット領域に照射させる。所定のショット領域に偏向された電子ビームは、電子レンズ 52 及び電子レンズ 66 によって調整されて、ウェハ 64 に照射される。これによって、ウェハ 64 上の所定のショット領域には、マスク 30 に形成されたパターンの像が転写される。

【0034】

所定の露光時間が経過した後、ブランキング電極制御部 86 が、電子ビームがマスク 30 およびウェハ 64 を照射しないように、第 1 ブランキング電極 24 及び第 2 ブランキング電極 36 を制御して、電子ビームを偏向させる。以上のプロセスにより、ウェハ 64 上の所定のショット領域に、マスク 30 に形成されたパターンが露光される。次のショット領域に、マスク 30 に形成されたパターンを露光するために、マスク用投影系 112 において、電子レンズ 20 及び偏向器（18、22、26）は、ウェハ 64 に転写するパターンを有する開口パターンに電子ビームを照射できるように調整される。焦点調整レンズ系 114 において、電子レンズ（28、32）は、電子ビームのウェハ 64 に対する焦点が合うように調整される。また、ウェハ用投影系 116 において、電子レンズ（40、46、50、52、66）、偏向器（34、38、42、56、58）、スティグコイル 200、及びフィードバックコイル 204 は、ウェハ 64 の所定の領域にパターン像を転写できるように調整される。

【0035】

具体的には、副偏向器 58 は、マスク用投影系 112 により生成されたパターン像が、次のショット領域に露光されるように電界を調整する。この後、上記同様に当該ショット領域にパターンを露光する。サブフィールド内のパターンを露光すべきショット領域のすべてにパターンを露光した後に、主偏向器 56 は、次のサブフィールドにパターンを露光できるように磁界を調整する。電子ビーム露光装置 100 は、この露光処理を、繰り返し実行することによって、所望の回路パターンを、ウェハ 64 に露光することができる。

【0036】

なお、電子ビーム露光装置 100 は、可変矩形ビームにより、ウェハ 64 にパターンを露光する可変矩形露光装置であってもよい。また、複数の電子ビームにより、ウェハ 64 にパターンを露光するマルチビーム露光装置であってもよい。また、電子ビーム露光装置 100 は、本発明の電子ビーム照射装置の一例であり、ウェハステージ 62 及びウェハ 64 は、それぞれ本発明のステージ及び対象物の一例である。また、本発明の電子ビーム照射装置は、電子ビーム露光装置の他、電子顕微鏡、電子ビームテスト等であってもよい。

【0037】

図 2 は、偏向制御部 82 の構成の一例を示す。偏向制御部 82 は、レーザ測長器 206 が測定した複数の時刻におけるウェハステージ 62 の位置に基づいて、ウェハステージ 62 の移動速度を算出するステージ速度算出部 226 と、ステージ速度算出部 226 が算出したウェハステージ 62 の移動速度に基づいて、ウェハ 64 に電子ビームを照射する時刻である露光時刻におけるウェハステージ 62 の位置を算出し、露光時刻における副偏向器 58 による電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正部 218 とを備える。

【0038】

偏向量補正部 218 は、第 1 偏向データ生成部 210、第 2 偏向データ生成部 212、D/A 変換器 214、及びアナログ加算器 216 を有する。また、ステージ速度算出部 226 は、第 1 ステージ位置格納部 220、第 2 ステージ位置格納部 222、及び傾き算出部 224 を有する。第 1 偏向データ生成部 210、第

2 偏向データ生成部 212、D/A 変換器 214、及び傾き算出部 224 は、統括制御部 130 からのシステム制御信号に基づいて動作する。

【0039】

第 1 ステージ位置格納部 220 及び第 2 ステージ位置格納部 222 は、レーザ測長器 206 が測定したウェハステージ 62 の位置をウェハステージ制御部 92 を介して取得して格納する。レーザ測長器 206 は、所定の時間間隔でウェハステージ 62 の位置を測定し、第 2 ステージ位置格納部 222 は、レーザ測長器 206 がウェハステージ 62 の位置を測定する毎に、格納するウェハステージ 62 の位置をレーザ測長器 206 が測定したウェハステージ 62 の位置に更新する。また、第 1 ステージ位置格納部 220 は、レーザ測長器 206 がウェハステージ 62 の位置を測定する毎、即ち第 2 ステージ位置格納部 222 が格納するウェハステージ 62 の位置が更新される毎に、格納するウェハステージ 62 の位置の情報を第 2 ステージ位置格納部 222 が更新される前に格納していたウェハステージ 62 の位置に更新する。

【0040】

つまり、レーザ測長器 206 は、第 1 の時刻、及び第 1 の時刻より後の第 2 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置を測定する。この場合、第 1 ステージ位置格納部 220 は、第 1 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置を格納し、第 2 ステージ位置格納部 222 は、第 2 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置を格納する。例えば、第 1 ステージ位置格納部 220 及び第 2 ステージ位置格納部 222 は、レジスタであり、同一のクロック信号が供給され同期して動作し、同時にデータが更新される。

【0041】

傾き算出部 224 は、第 1 ステージ位置格納部 220 が格納する第 1 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置、及び第 2 ステージ位置格納部 222 が格納する第 2 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置に基づいて、ウェハステージ 62 の移動速度を算出する。そして、傾き算出部 224 は、第 2 偏向データ生成部 212 にウェハステージ 62 の移動速度、即ち所定の単位時間当りの移動量を示すデータを供給する。

【0042】

第1偏向データ生成部210は、ウェハ64における露光位置を示す情報を含む露光データを統括制御部130から取得し、また露光データを統括制御部130から取得したときにウェハステージ62の位置を第2ステージ位置格納部222から取得する。第1偏向データ生成部210は、第2ステージ位置格納部222が格納する第2の時刻におけるウェハステージ62の位置、及び統括制御部130から取得した露光データに基づいて、副偏向器58に供給する第1偏向データを生成する。なお、第1偏向データ生成部210は、副偏向器58に印加する電圧であるアナログ信号を第1偏向データとして出力し、アナログ加算器216に供給する。

【0043】

また、上記の傾き算出部224は、第1偏向データ生成部210が統括制御部130から露光データを取得したときに第1ステージ位置格納部220及び第2ステージ位置格納部222が格納するウェハステージ62の位置に基づいて、ウェハステージ62の移動速度を算出する。

【0044】

第2偏向データ生成部212は、傾き算出部224が算出したウェハステージ62の移動速度に基づいて、第2ステージ位置格納部222が格納するウェハステージ62の位置が測定された時刻である第2の時刻と、第1偏向データ生成部が取得した露光データに基づいて露光される時刻である露光時刻との間のウェハステージ62の移動量に対応する偏向量を示す第2偏向データを生成する。即ち、第2偏向データ生成部212は、ウェハステージ62の移動量を算出し、ウェハステージ62の移動による電子ビームの照射位置のずれを補正すべく、算出した移動量に対応する偏向量を決定し第2偏向データを生成する。なお、第2偏向データ生成部212は、DACデータ生成回路であってもよいし、電流出力回路やコンデンサ等を有する電荷蓄積型回路であってもよい。

【0045】

D/A変換器214は、第2偏向データ生成部212が生成したデジタル信号の第2偏向データを、副偏向器58に印加する電圧であるアナログ信号に変換し

て、アナログ加算器 216 に供給する。アナログ加算器 216 は、第 1 偏向データ生成部 210 が出力したアナログ信号である第 1 偏向データと、D/A 変換器 214 が出力したアナログ信号である第 2 偏向データとを加算して副偏向器 58 に供給する。

【0046】

図 3 (a) は、第 1 偏向データ生成部 210 が生成する第 1 偏向データの一例を示す。縦軸は第 1 偏向データ生成部 210 が第 1 偏向データとして出力する出力電圧を表し、横軸は時間を表す。第 1 偏向データ生成部 210 は、統括制御部 130 から露光データを取得すると、当該露光データが含む露光位置、及びこのとき第 2 ステージ位置格納部 222 が格納するウェハステージ 62 の位置に基づいて、副偏向器 58 に供給すべき電圧を決定して出力する。そして、第 1 偏向データ生成部 210 は、統括制御部 130 から次の露光データを取得するまで、同一の電圧を継続して出力する。そして、第 1 偏向データ生成部 210 は、統括制御部 130 から次の露光データを取得すると、当該露光データが含む露光位置、及びこのとき第 2 ステージ位置格納部 222 が格納するウェハステージ 62 の位置に基づいて、副偏向器 58 に供給すべき電圧を決定して出力する。以上のように、第 1 偏向データ生成部 210 は、統括制御部 130 から露光データを取得する毎に、副偏向器 58 に供給するための出力電圧を更新する。

【0047】

図 3 (b) は、第 2 偏向データ生成部 212 が生成する第 2 偏向データの一例を示す。縦軸は D/A 変換器 214 が第 2 偏向データを D/A 変換して出力する出力電圧を表し、横軸は時間を表す。第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 が露光データを取得すると、このとき傾き算出部 224 が算出したウェハステージ 62 の移動速度に基づく単位時間当りの移動量を当該単位時間毎に累加することにより、第 2 ステージ位置格納部 222 が格納するウェハステージ 62 の位置が測定された時刻である第 2 の時刻と露光時刻との間のウェハステージ 62 の移動量を算出する。そして、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 2 の時刻と露光時刻との間のウェハステージ 62 の移動量に対応する偏向量を示す第 2 偏向データを生成して出力する。第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1

ステージ位置格納部 220 が格納するウェハステージ 62 の位置が測定された第 1 の時刻と、第 2 ステージ位置格納部 222 が格納するウェハステージ 62 の位置が測定された第 2 の時刻との時間間隔（レーザ測長器 206 の測長周期）より短い単位時間当りの移動量を、当該単位時間毎に累加することが好ましい。

【0048】

そして、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 が次の露光データを取得するまで、単位時間当りの移動量を累加しながら第 2 偏向データを生成して出力する。そして、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 が次の露光データを取得すると、累加された値をクリアして零にすることにより第 2 偏向データを初期化する。即ち、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 による第 1 偏向データの生成に同期して第 2 偏向データを初期化する。そして、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 2 偏向データを初期化した後、このとき傾き算出部 224 が算出したウェハステージ 62 の移動量に基づく単位時間当りの移動量を累加することにより第 2 偏向データを生成して出力する。以上のように、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 が露光データを取得する毎に、第 2 偏向データの初期化及び累加を繰り返す。

【0049】

図 3（c）は、アナログ加算器 216 の出力電圧の一例を示す。縦軸はアナログ加算器 216 の出力電圧を表し、横軸は時間を表す。アナログ加算器 216 は、第 1 偏向データ生成部 210 が生成して出力したアナログ信号である第 1 偏向データと、第 2 偏向データ生成部 212 が生成して D/A 変換器 214 がアナログ信号に変換した第 2 偏向データとを加算して出力する。即ち、図 3（c）に示した出力電圧は、図 3（a）に示した出力電圧と、図 3（b）に示した出力電圧との和である。

【0050】

なお、図 3、図 4、及び図 5 において、 T_1 、 T_2 、 T_3 、及び T_4 は、第 1 偏向データ生成部 210 及び D/A 変換器 214 のそれぞれが所定の電圧を印加し始めてから、副偏向器 58 に所定の電圧が印加されるまでの時間（静定時間）

である。T₁、T₂、T₃、及びT₄の間は、副偏向器58は、電子ビームを安定して偏向することができないため、ブランキング電極制御部86は、第1ブランキング電極24及び第2ブランキング電極36の少なくとも一方による電子ビームを偏向させて、露光処理を停止させることが好ましい。

【0051】

第1偏向データ生成部210が露光データを取得してから次の露光データ取得するまでの間も、ウェハステージ62は移動している。そのため、第1偏向データ生成部210が生成した第1偏向データに基づく出力電圧のみを副偏向器58に印加して電子ビームを偏向させた場合、第1偏向データ生成部210が露光データを取得してから次の露光データ取得するまでの間に露光位置のずれが生じ、その露光位置のずれは徐々に増加してしまう。しかしながら、本実施形態の電子ビーム露光装置100によれば、第1偏向データ生成部210が露光データを取得してから次の露光データ取得するまでの間において、第1偏向データ生成部210の出力電圧に加えて、ウェハステージ62の移動量に対応した第2偏向データ生成部212が生成した第2偏向データに基づく出力電圧を副偏向器58に印加して電子ビームを偏向させるので、第1偏向データ生成部210が露光データを取得してから次の露光データ取得するまでの間における露光位置のずれを低減することができ、ウェハ64の所望の位置に電子ビームを照射させることができる。

【0052】

図4は、偏向量補正方法の一例のフローを示す。レーザ測長器206は、所定の時間間隔でウェハステージ62の位置を測定する(S100、S102、S104、S106、S108)。第2ステージ位置格納部222は、レーザ測長器206がウェハステージ62の位置を測定する毎に、レーザ測長器206が測定したウェハステージ62の位置を格納する(S110、S112、S114、S116、S118)。また、第1ステージ位置格納部220は、レーザ測長器206がウェハステージ62の位置を測定する毎に、第2ステージ位置格納部222が前回格納していたウェハステージ62の位置を格納する(S120、S122、S124、S126)。また、傾き算出部226は、レーザ測長器206が

ウェハステージ 62 の位置を測定する毎に、第 1 ステージ位置格納部 220 が格納する第 1 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置、及び第 2 ステージ格納部 222 が格納する第 2 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置に基づいて、ウェハステージ 62 の移動速度を算出する (S132、S132、S134、S136)。

【0053】

第 1 偏向データ生成部 210 は、露光データを取得すると (S140)、S112 において第 2 ステージ位置格納部 222 が格納した S102 におけるウェハステージ 62 の位置に基づいて、第 1 偏向データを生成する (S142)。そして、第 1 偏向データ生成部 210 は、次の露光データを取得する (S146) までの間、第 1 偏向データを副偏向器 58 に供給する (S144)。また、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 が露光データを取得すると (S140)、S130 において傾き算出部 226 が算出したウェハステージ 62 の移動速度に基づいて、第 2 偏向データを生成する (S150)。そして、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 が次の露光データを取得する (S146) までの間、第 2 偏向データを累加させながら副偏向器 58 に供給する (S152)。

【0054】

次に、第 1 偏向データ生成部 210 は、次の露光データを取得すると (S146)、S118 において第 2 ステージ位置格納部 222 が格納した S108 におけるウェハステージ 62 の位置に基づいて、第 1 偏向データを生成し (S148)、副偏向器 58 に供給する (S149)。また、第 2 偏向データ生成部 212 は、第 1 偏向データ生成部 210 が次の露光データを取得すると (S146)、第 2 偏向データを初期化する (S154)。そして、第 2 偏向データ生成部 212 は、S136 において傾き算出部 226 が算出したウェハステージ 62 の移動速度に基づいて、第 2 偏向データを生成し (S156)、累加させながら副偏向器 58 に供給する (S158)。

【0055】

以降同様に、第 1 偏向データ生成部 210 が露光データを取得する毎に、第 1

偏向データ生成部 210 は第 1 偏向データを生成し、第 2 偏向データ生成部 212 は第 2 偏向データを生成し、偏向制御部 82 は、第 1 偏向データ及び第 2 偏向データを副偏向器 58 に供給する。

【0056】

本実施形態に係る電子ビーム露光装置 100 によれば、ウェハステージ 62 の移動に伴って、副偏向器 58 による電子ビームの偏向量を制御することができる。そのため、ウェハステージ 62 の移動速度が速い場合であっても、ウェハ 64 にパターンを精度良く露光することができるので、スループットの向上及び露光精度の向上を実現することができる。

【0057】

図 5 は、電子ビーム露光装置 100 の構成の他の例を示す。本例の各構成要素の動作及び構成は、以下に説明する部分を除き、図 1 から図 4 に説明した動作及び構成と同一である。

【0058】

電子ビーム露光装置 100 は、図 1 及び図 2 に示した副偏向器 58 に代えて、第 1 副偏向器 58a 及び第 2 副偏向器 58b を備えてもよい。第 1 副偏向器 58a 及び第 2 副偏向器 58b は、それぞれ上述した副偏向器 58 と同一の機能を有してもよし、2 つで上述した副偏向器 58 と同一の機能を実現してもよい。

【0059】

第 1 偏向データ生成部 210 は、第 2 ステージ位置格納部 222 が格納する第 2 の時刻におけるウェハステージ 62 の位置、及び統括制御部 130 から取得した露光データに基づいて第 1 偏向データを生成し、第 1 副偏向器 58a に供給する。そして、第 1 副偏向器 58a は、第 1 偏向データ生成部 210 から供給された第 1 偏向データに基づいて電子ビームを偏向する。

【0060】

D/A 変換器 214 は、第 2 偏向データ生成部 212 が生成したデジタル信号の第 2 偏向データをアナログ信号に変換し、第 2 副偏向器 58b に供給する。そして、第 2 副偏向器 58b は、第 2 偏向データ生成部 212 から D/A 変換器 214 を介して供給された第 2 偏向データに基づいて電子ビームを偏向する。

【0061】

また、第2副偏向器58bは、第1副偏向器58aより負荷容量が小さく、偏向量が小さくてよい。これにより、第2副偏向器58bに供給される第2偏向データに基づく微少量の偏向を、レスポンスよく行うことができ、追随性を高めることができるので、ウェハ64にパターンをより精度良く露光することができる。

【0062】

以上、本発明を実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更又は改良を加えることができる。そのような変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

【0063】**【発明の効果】**

上記説明から明らかなように、本発明によれば、スループットの向上及び露光精度の向上を実現する電子ビーム露光装置及び偏向量補正方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

電子ビーム露光装置100の構成の一例を示す図である

【図2】

偏向制御部82の構成の一例を示す図である。

【図3】

(a)は、第1偏向データ生成部210が生成する第1偏向データの一例を示す図である。

(b)は、第2偏向データ生成部212が生成する第2偏向データの一例を示す図である。

(c)は、アナログ加算器216の出力電圧の一例を示す図である。

【図4】

偏向量補正方法の一例のフローを示す図である。

【図5】

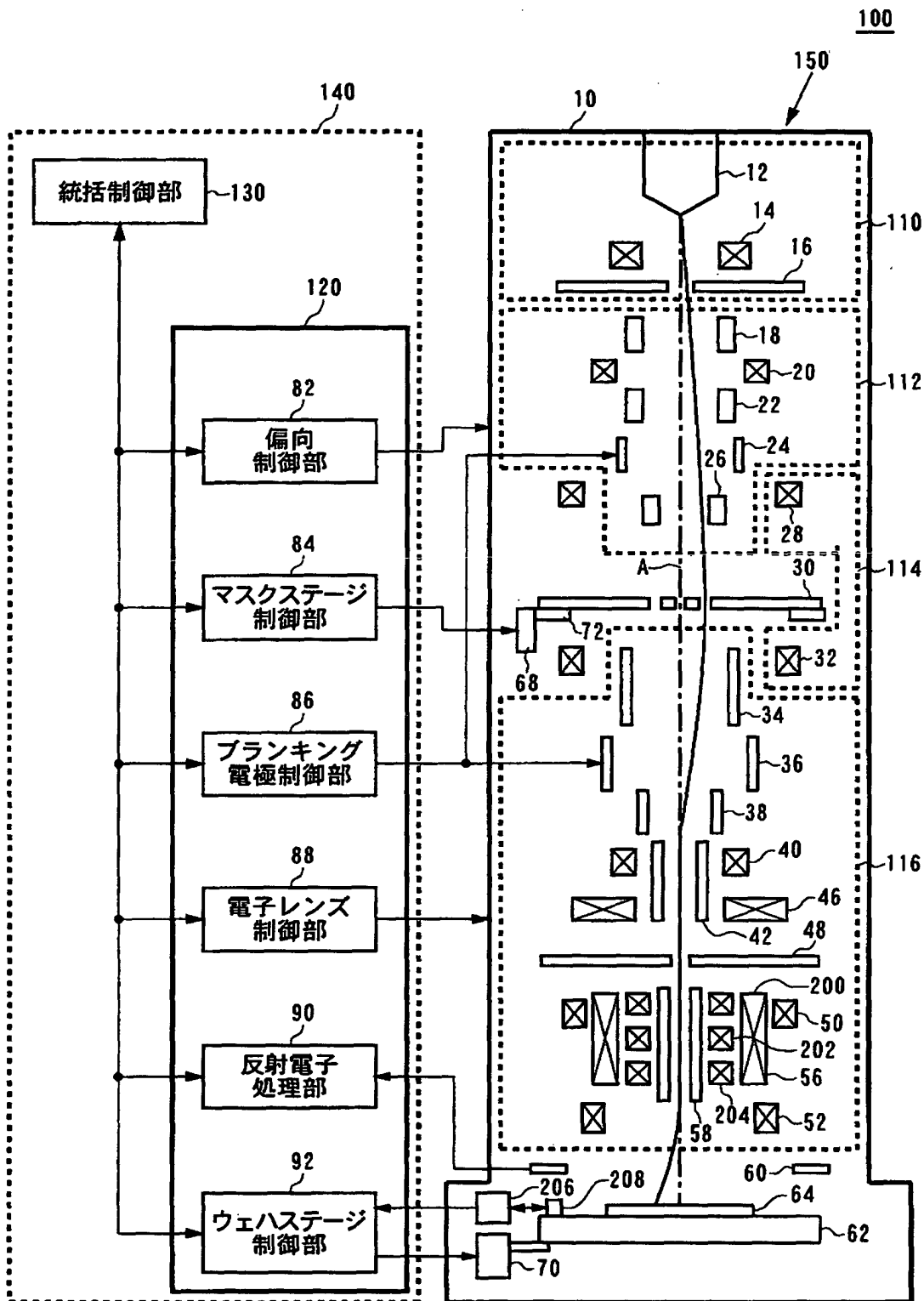
電子ビーム露光装置 100 の構成の他の例を示す図である。

【符号の説明】

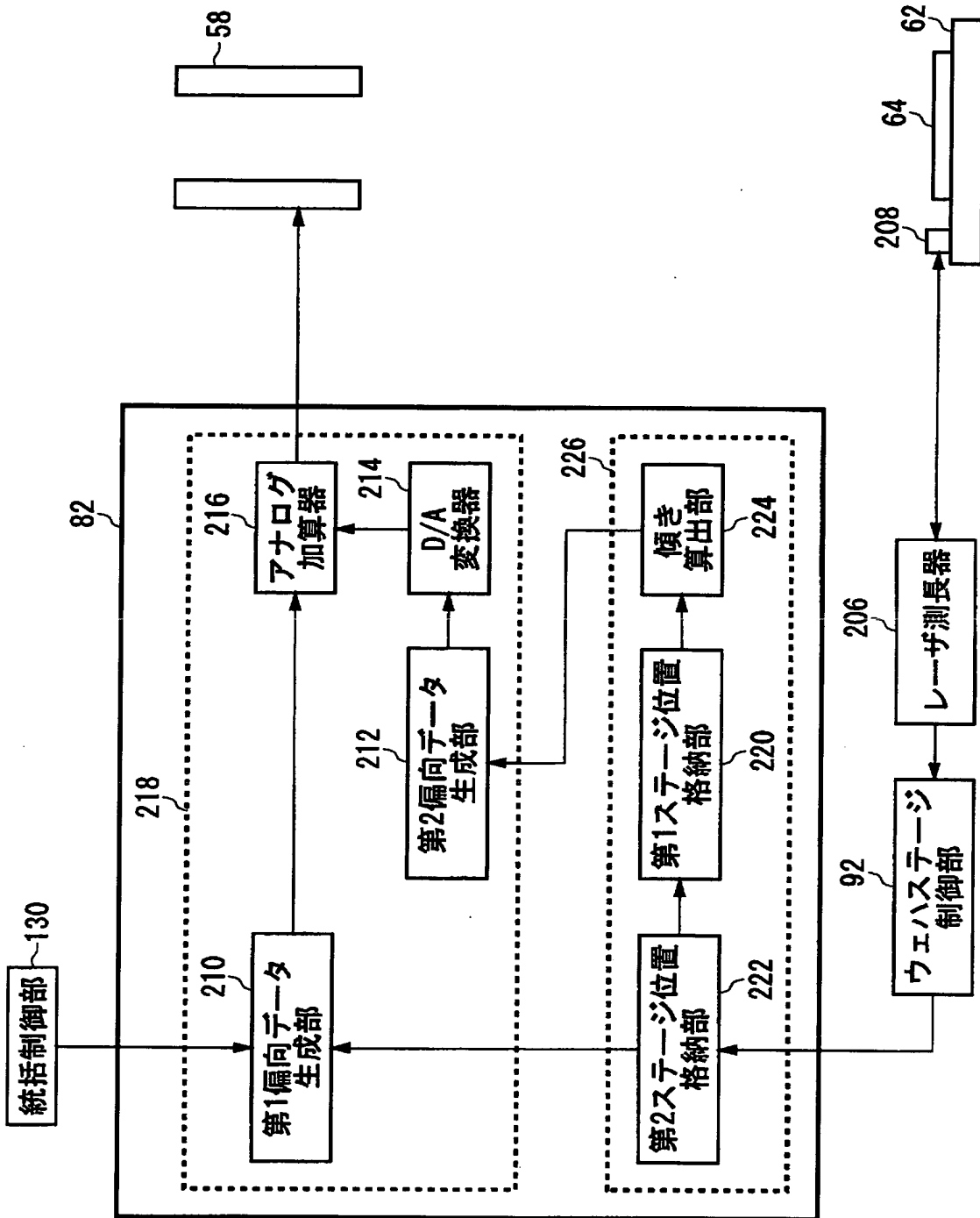
10・・・鏡筒、12・・・電子銃、14・・・第1電子レンズ、16・・・スリット部、18・・・第1偏向器、20・・・第2電子レンズ、22・・・第2偏向器、24・・・第1ブランキング電極、26・・・第3偏向器、28・・・第3電子レンズ、30・・・マスク、32・・・第4電子レンズ、34・・・第4偏向器、36・・・第2ブランキング電極、38・・・第5偏向器、40・・・第5電子レンズ、42・・・第6偏向器、46・・・第6電子レンズ、48・・・ラウンドアパーチャ部、50・・・第7電子レンズ、52・・・第8電子レンズ、56・・・主偏向器、58・・・副偏向器、60・・・電子検出器、62・・・ウェハステージ、64・・・ウェハ、68・・・マスクステージ駆動部、70・・・ウェハステージ駆動部、72・・・マスクステージ、82・・・偏向制御部、84・・・マスクステージ制御部、86・・・ブランキング電極制御部、88・・・電子レンズ制御部、90・・・反射電子処理部、92・・・ウェハステージ制御部、100・・・電子ビーム露光装置、110・・・電子ビーム照射系、112・・・マスク用投影系、114・・・焦点調整レンズ系、116・・・ウェハ用投影系、120・・・個別制御部、130・・・統括制御部、140・・・制御系、150・・・露光部、200・・・スティグコイル、202・・・SEMコイル、204・・・フィードバックコイル、206・・・レーザ測長器、208・・・ミラー、210・・・第1偏向データ生成部、212・・・第2偏向データ生成部、214・・・D/A変換器、216・・・アナログ加算器、218・・・偏向量補正部、220・・・第1ステージ位置格納部、222・・・第2ステージ位置格納部、224・・・傾き算出部、226・・・ステージ速度算出部

【書類名】 図面

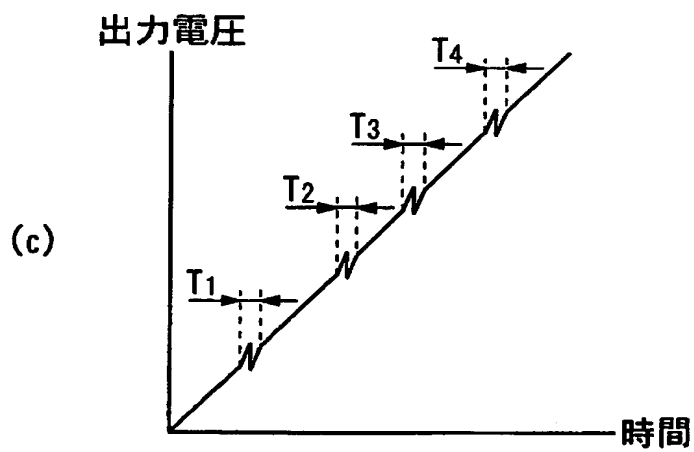
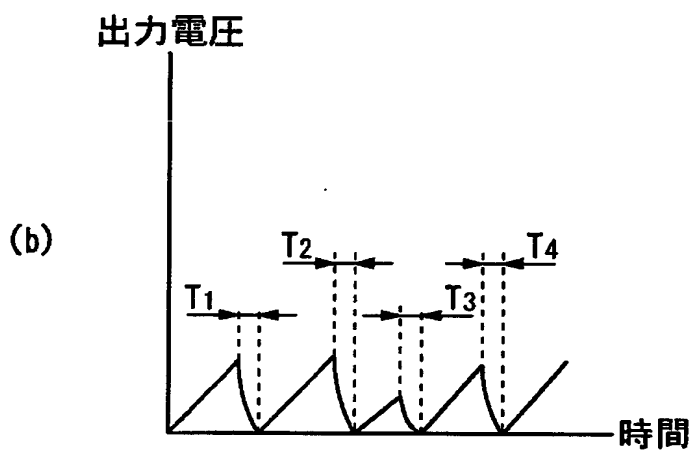
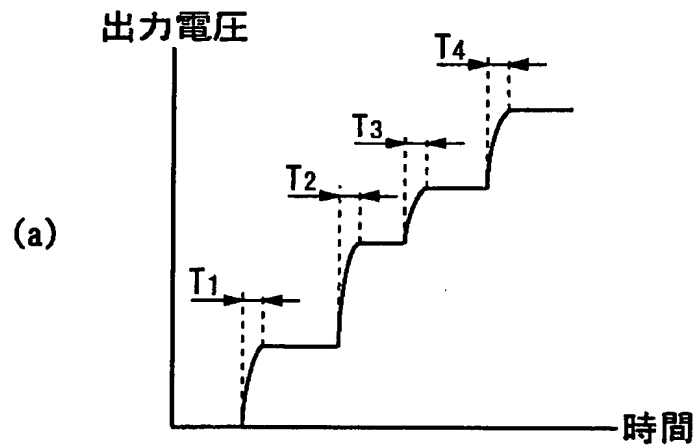
【図 1】



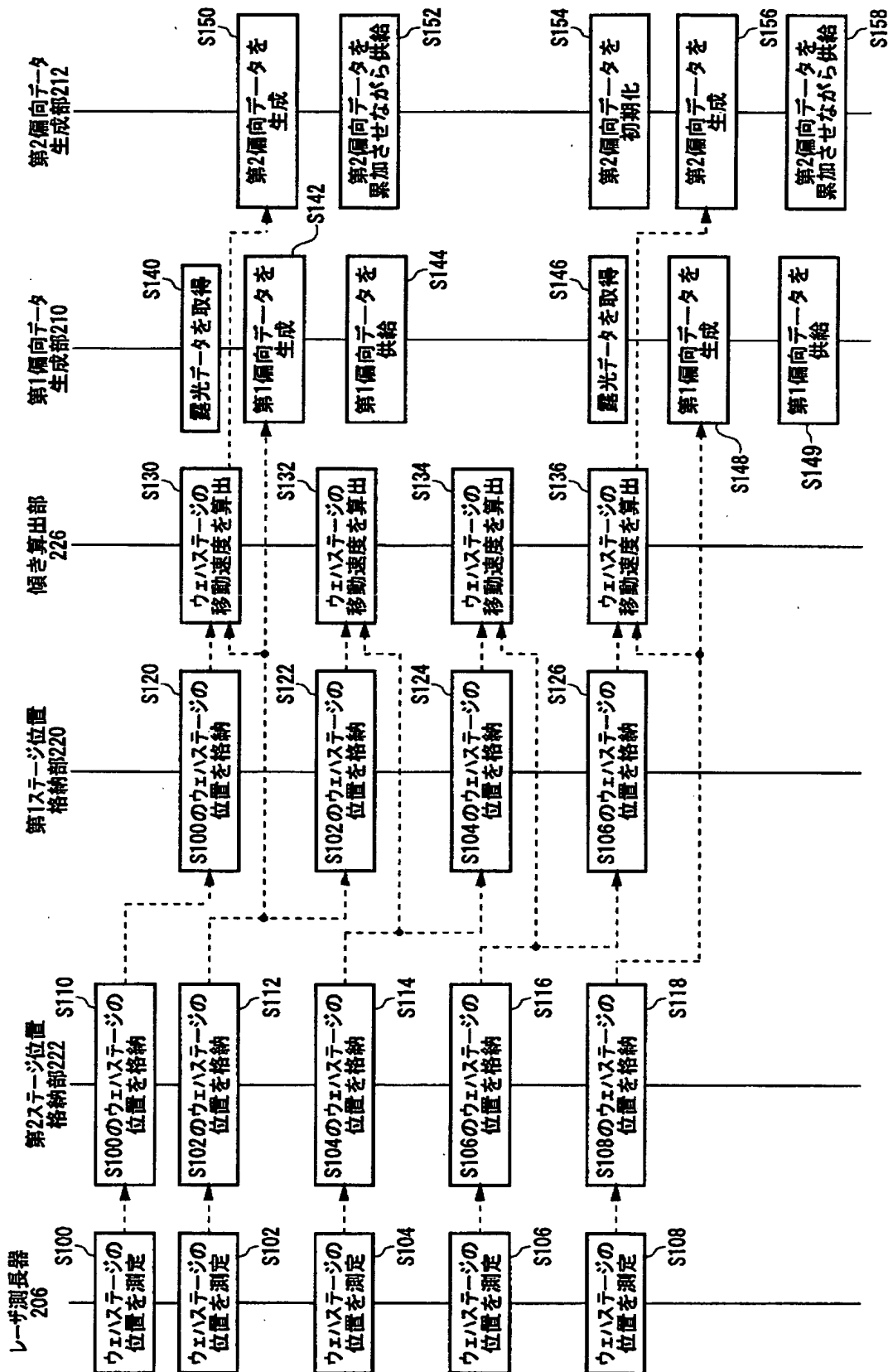
【図 2】



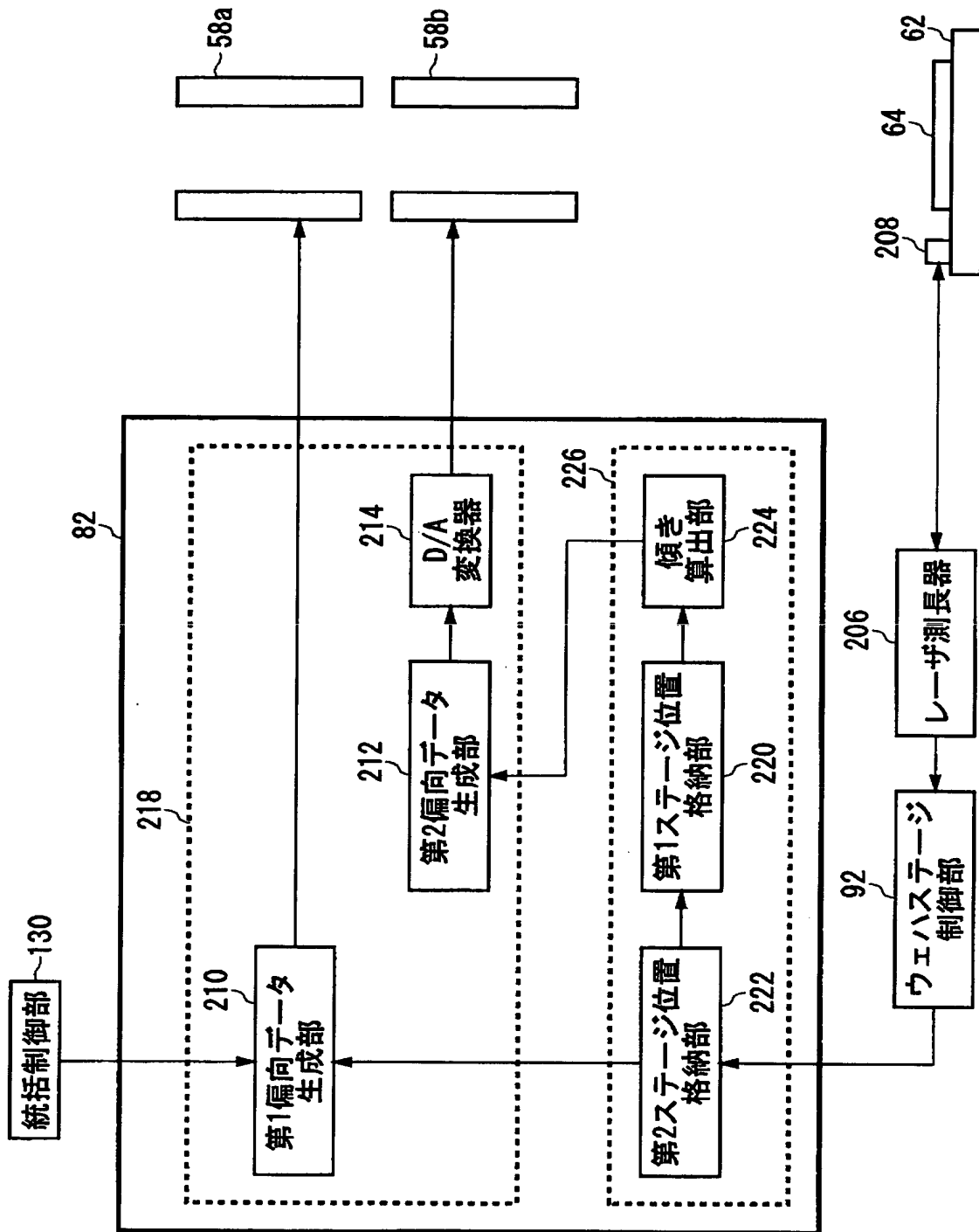
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スループットの向上及び露光精度の向上を実現できる電子ビーム露光装置を提供する。

【解決手段】 電子ビームによりウェハにパターンを露光する電子ビーム露光装置であって、電子ビームを発生する電子ビーム発生部と、電子ビームをウェハの所望の位置に照射させるべく、電子ビームを偏向する偏向部と、ウェハが載置されるウェハステージと、第1の時刻、及び第1の時刻より後の第2の時刻におけるウェハステージの位置を測定するステージ位置測定部と、ステージ位置測定部が測定した第1の時刻及び第2の時刻におけるウェハステージの位置に基づいて、ウェハステージの移動速度を算出するステージ速度算出部と、ステージ速度算出部が測定したウェハステージの移動速度に基づいて、露光時刻におけるウェハステージの位置を算出し、露光時刻における偏向部による電子ビームの偏向量を制御する偏向量補正部とを備える。

【選択図】 図2

特願 2 0 0 2 - 3 0 6 2 7 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 5 1 7 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 1 5 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都練馬区旭町 1 丁目 3 2 番 1 号

氏 名

株式会社アドバンテスト